第28卷 第2期 昆 虫 学 报 Vol.28, No. 2
1985 年 5 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA May, 1985

柑桔吸果夜蛾的头部内骨骼、肌肉系统和口器构造与成虫取食习性的关系

吴荣宗 邹曾健
（华南农学院植保系）

摘要 吸果夜蛾的取食习性与头部内骨骼、肌肉和口器构造的特点有如下的关系：1.嗜食健果类型：幕骨强大，为着生肌肉提供较大的面积。头部肌肉发达。口器强角质化，端部具有适于穿刺果皮的附属物。2.兼食性类型：幕骨强大，头部肌肉发达程度常界于第一和第三类型之间。口器端部锐利，角质比较强。3.间接取食类型：幕骨不发达，着生肌肉的面积较小。头部肌肉较纤细。口器端部钝或膜质状，角质化程度弱。此外，下颚茎节外形及颊宽的特征，可以将嗜食健果类型的夜蛾与其他两类型的夜蛾区分开来。

关键词 吸果夜蛾 取食习性 头部内骨骼和肌肉 口器

吸果夜蛾是我国果树的重要害虫。在广东山区种植柑桔，被害果率常达10—30%。严重发生年份，损失率可达90%。在我国除为害柑桔外，并为害桃、李、葡萄、苹果、杧果、荔枝、柿子、无花果、枇杷和番石榴等果实。目前已成为"果树上山"生产上一个急需解决的问题。

服部伊楚子(1961)曾将日本的吸果夜蛾按其口器构造分为两个类型：直接为害类型和间接为害类型。前者口器锐利，适于穿刺健果。

吴荣宗、杜佩璇等(1984)按成虫取食的习性将为害柑桔的吸果夜蛾分为三种类型：(1)嗜食健果类型：本类型夜蛾喜为害健果，极少从有伤口的地方刺入果内或直接为害坏果；(2)兼食性类型：能直接刺穿果皮，但对健果嗜食性不严格，除为害健果外，兼为害坏果或从有伤口的地方刺入果皮；(3)间接取食类型：缺直接刺穿果皮的能力，只能从柑果腐败部分或有伤口的地方刺进果内；但对皮薄的健果，如葡萄和李等仍具刺穿能力。

本研究的目的是在过去研究工作的基础上，进一步了解吸果夜蛾取食习性与头部内骨骼、肌肉和口器构造的关系，以提供作为防治上的参考。

一、试验材料

1. 以下列10种夜蛾代表不同的食性类型，比较和研究它们的头部内骨骼和肌肉系统的特点。

(1) 嗜食健果类型 嘴壶夜蛾 *Oraesia emarginata* (Fabr.)、壶夜蛾 *Calpe minuticornis* Guen.、彩肖金夜蛾 *Plusiodonta coelonota* Kollar 和艳叶夜蛾 *Maenas salaminia* (Fabr.)。

(2) 兼食性类型 桥夜蛾 *Anomia mesogons* Walk.、小造桥虫 *Anomia flava* Fabr. 和

本文于1983年11月收到。
本研究得到本院电镜室热情帮助，又蒙刘秀琼教授审阅全文，谨此致谢。

巾夜蛾 *Parallelia gravata* (Guen.)。

(3) 间接取食类型 豆毛胫夜蛾 *Mocis undata* (Fabr.)、隐巾夜蛾 *Parallelia joviana* (Stoll) 和青安纽夜蛾 *Anua separanus* walk.。

2. 以下列 12 种夜蛾代表不同的食性类型,比较它们间口器构造的特点:

(1) 嗜食健果类型 嘴壶夜蛾、彩肖金夜蛾、壶夜蛾和枯叶夜蛾 *Adris tyrannus*(Guen.)。

(2) 兼食性类型 桥夜蛾、小造桥虫、巾夜蛾和宽巾夜蛾 *Parallelia fulvotaenia* (Guen.)。

(3) 间接取食类型 褐安纽夜蛾 *Anua indiscriminata* Hampson、旋目夜蛾 *Speiredonia retorta* (Linn.)、石榴巾夜蛾 *Parallelia stuposa* (Fabr.) 和玉钳魔目夜蛾 *Erebus crepuscularis* Linn.。

二、研 究 结 果

1. 头部内骨骼(图 1)

头部主要内骨骼是幕骨 (tentorium)。 吸果夜蛾的幕骨由头壳内两对内突愈合所组成。头前的一对称幕骨前臂 (anterior tentorial arms), 由位于唇基与额交界两侧端的前幕骨陷 (anterior tentorial pits) 的内陷延长而成。 后头的一对称幕骨后臂 (posterior tentorial arms), 由位于次后头沟 (postocciptal sulcus) 两侧端的后幕骨陷 (posterior tentorial pits) 的内陷延长而成。幕骨后臂向头后延伸,分别左右连接成圆拱形的幕骨桥 (tentorial bridge)。幕骨前臂由头前分别从左右向后延伸,其形状因夜蛾不同种类而异。由于幕骨主要功能是支持头壳和着生肌肉, 因而幕骨之结构强弱与肌肉发达程度有密切关系。例如嘴壶夜蛾和桥夜蛾的幕骨前臂均异常强大,向后延伸如弯拱形,可提供足够的空间以容纳强大的肌肉(图 1—3)。 豆毛胫夜蛾的幕骨前臂仅向后微弯, 似半月形, 它着生肌肉的空间相对地比前述二种的小很多,因而附着肌肉也较细(图 4)。

2. 头部肌肉

(1) 喙牵缩肌 (retractor of proboscis) (图 2—4) 此组肌肉附着于幕骨前臂的后端, 向前方斜伸与下颚茎节的内突 (apodeme) 相连。 主要功能是牵引喙的基部作上下移动; 同时拉动茎节内突, 以关闭头腔与喙间的通道。此组肌肉在嘴壶夜蛾头内为明显的三束强大的肌肉,且排列厚而紧密(图 2); 而桥夜蛾和豆毛胫夜蛾的仅具一束肌肉, 它的排列较前者稀疏(图 3、4)。豆毛胫夜蛾的喙牵缩肌较桥夜蛾的显著细小。解剖观察其他 7 种夜蛾的喙牵缩肌,其发达程度亦与取食习性有如下的联系: 即嗜食健果类型的夜蛾,具有最发达的肌肉,其次为兼食性类型和间接取食类型。

(2) 头部收肌 (cranial adductor) (图 2—4) 本组肌肉源起于颊与唇基,并与下颚茎节相连。其功能与前述的喙牵缩肌相同。本组肌肉以嗜食健果类型的夜蛾最发达, 次为兼食性和间接取食类型。例如在嘴壶夜蛾头内,本组为两大束排列紧密的肌肉,它与茎节相连的地方向外突出成榄球形的外突(以下简称髁突)(图 2, 图版 I:1)。桥夜蛾也有两大束的此组肌肉,但其排列较稀疏;髁突虽很明显,但较嘴壶夜蛾的细小(图 3, 图版 I:3), 豆毛胫夜蛾的喙牵缩肌仅有一束,且排列较前两种夜蛾的稀疏,并缺髁突(图 4, 图版 I:4)。

由此可见,头部收肌与下颚茎节相连的地方,有无外露的髁突,或髁突的大小,反映出

此组肌肉的发达程度，从而表示出吸果夜蛾食性的特点。我们观察了 43 种吸果夜蛾，发现嗜食健果类型的夜蛾均具有发达的大型髁突，状如橄球形或肾形；兼食性类型的夜蛾，除巾夜蛾和宽巾夜蛾外，髁突也很明显，但较前种类型的细小；间接取食类型的髁突退化或缺如（表 1）。因而应用此特征对区分嗜食性类型夜蛾十分明显。至于巾夜蛾和宽巾夜蛾，其髁突虽退化，但根据田间实际观察，此两种夜蛾可以直接刺吸健果，均具有适于穿刺的口器，且幕骨前臂及喙牵引肌也较发达、因而仍属兼食性类型。

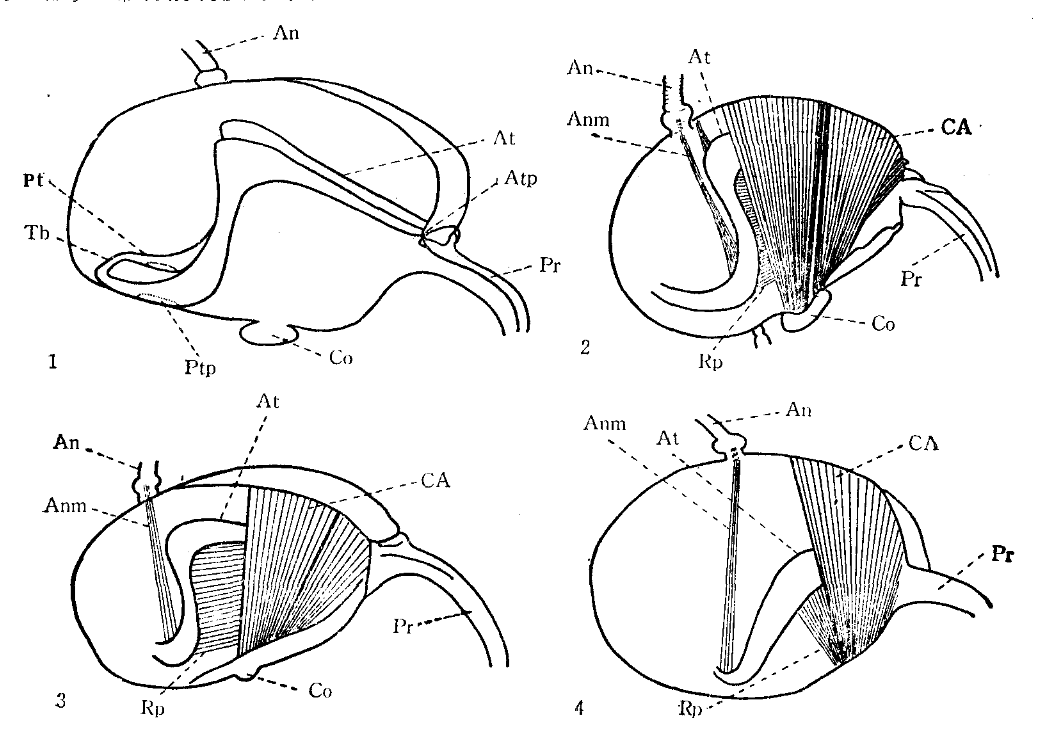


图 1—4　吸果夜蛾头部的内骨骼及肌肉

1—2.嘴壶夜蛾 *Oraesia emarginata*　3.桥夜蛾 *Anomia mesogona*　4.豆毛胫夜蛾 *Mocis undata*　An: 触角 (antenna);　Anm: 触角肌 (antennal muscle);　At: 幕骨前臂 (anterior tentorial arms);　Atp:前幕骨陷 (anterior tentorial pits);　CA: 头部收肌 (cranial adductor);　Co: 茎节髁突 (outer condyle of stripe);　Pr: 喙 (proboscis);　Pt: 幕骨后臂 (posterior tentorial arms);　Ptp: 后幕骨陷 (posterior tentorial pits);　Rp: 喙牵缩肌 (retractor of proboscis);　Tb: 幕骨桥 (tentorial bridge)。

此外，由于头部收肌的大部分源起于颊。因此凡本组肌肉发达的夜蛾，其颊也较宽阔。我们测量了 31 种吸果夜蛾两复眼间的距离 (b_1)，额宽 (b_2)，并以上述两者的比率 (b_1: b_2)（以下简称“比率”）和颊宽来表示它们与夜蛾取食习性的关系（图5）。从表 2 结果看，在嗜食健果类型的夜蛾中，其颊宽与“比率”均明显地大于其他两种类型的夜蛾，其中以颊宽的差别更为明显。但上述两个特征指标在兼食性类型与间接取食类型中均缺乏明显的差别。因而额宽与“比率”可以将嗜食性类型的夜蛾同其他两种类型的夜蛾区别开来。

(3)食窦张肌 (cibarial dilator)（图 6—8）　食窦张肌是吸食泵（sucking pump）中最大型的肌肉，位于额神经球的前方。其功能主要是主持吸食泵的扩张和收缩。按其排列位置的不同可以分为食窦前张肌（anterior cibarial dilator）和食窦侧张肌（lateral cibarial dila-

表 1　吸果夜蛾取食习性与下颚茎节外形的关系

夜蛾取食习性	下颚茎节外形	吸果夜蛾种类
嗜食健果类型	下颚茎节与头部收肌相连处向外突出如橄球状，形成大型的髁突（图版 I: 1—2）	鸟嘴壶夜蛾（*Oraesia excavata*）、嘴壶夜蛾、壶夜蛾、彩肖金夜蛾、落叶夜蛾（*Othreis fullonica*）、枯叶夜蛾、斑翅夜蛾（*Serrodes campana*）、艳叶夜蛾
兼食性类型	髁突较细小，但明显，如豆形（图版 I: 3）	小造桥虫、超桥夜蛾 *Anomis fulvida*、桥夜蛾
	髁突退化	巾夜蛾、宽巾夜蛾
间接取食类型	髁突退化或缺如（图版 I: 4）	合夜蛾（*Sympis rufibasis*）、肖毛翅夜蛾（*Thyas dotata*）、月牙巾夜蛾（*Parallelia analis*）暗巾夜蛾（*Parallelia onelia*）、霉巾夜蛾（*Parallelia maturata*）、石榴巾夜蛾、柑桔巾夜蛾（*Paralletia palumba*）、紫巾夜蛾（*Parallelia simillima*）、毛翅夜蛾（*Dermaleipa juno*）、蓖麻夜蛾（*Achaea janata*）、青安纽夜蛾、褐安纽夜蛾、直安纽夜蛾（*Anua trapezium*）、桔安纽夜蛾（*Anua coronata*）、安纽夜蛾（*Anua triphaenoides*）、蓝条夜蛾（*Ischyja manlia*）、蘋梢鹰夜蛾（*Hypocala subsatura*）、豆毛胫夜蛾、荔枝佩夜蛾（*Oxyodes scrobiculata*）、玫瑰巾夜蛾（*Parallelia arctotaenia*）、宽夜蛾（*Platyja umminea*）、斜带三角巾夜蛾（*Chalciope mygdon*）、变色夜蛾（*Enmonodia vespertilio*）、玉钳魔目夜蛾、狐戟夜蛾（*Lacera alope*）、旋目夜蛾、白点闪夜蛾（*Sypna astrigera*）、男夜蛾(*Ericeia inangulata*)、木夜蛾（*Hulodes carnea*）、蚪目夜蛾（*Metopta rectifasciata*）

tor)。前张肌源起于唇基，并与吸食泵的背壁前部分相连。侧张肌源起于额唇基背侧部和亚触角缝脊（ridge of the subantennal sulcus），插入吸食泵的背壁。嘴壶夜蛾的前张肌粗大，且排列紧密；共分两组肌肉，前组具肌肉 4 束，后组共 2 束（图 6)。桥夜蛾和豆毛胫夜蛾的食窦前张肌较嘴壶夜蛾的短而纤弱。且缺后组肌肉(图 7—8)。从正面观，嘴壶夜蛾的吸食泵的形状为上下狭长，而桥夜蛾和豆毛胫夜蛾的吸食泵比较宽阔。

(4) 口道张肌（stomodecal dilator）(图 6—8）位于额神经节之后方，源起于额，与吸食泵的背臂后部分相连，由一对肌肉组成，主要作用是控制咽喉的开关。本组肌肉的强弱在三种类型的夜蛾中无明显的差别。因此似与夜蛾的取食习性无密切的关系。

3. 口器

取食习性不同的夜蛾，其口器有很大的差别，分述如下：

(1) 嗜食健果类型　喙十分发达，强角质化，末端锐利，具有适于穿刺果皮的附属物（齿、刺、稜状脊、圆锥形突起)。按其构造又可细分为下列两种形式：

a. 喙端部细而锐利，具侧生的齿和逆向的圆锥形突起。两侧具许多刺状物或软毛。如嘴壶夜蛾、鸟嘴壶夜蛾、壶夜蛾、彩肖金夜蛾等(图版 I:5—6)。

表 2　吸果夜蛾成虫取食习性与颊宽的关系

夜蛾取食习性	夜蛾种类		两复眼间的宽度（毫米）(b_1)	额宽(毫米) (b_2)	比率 ($b_1:b_2$)	颊宽（毫米）(b_1-b_2)
嗜食健果类型		嘴壶夜蛾	16.8	12.4	1.35	4.4
		艳叶夜蛾	24.0	18.4	1.30	5.6
		落叶夜蛾	25.6	19.6	1.31	6.0
		彩肖金夜蛾	10.0	6.4	1.56	3.6
		壶夜蛾	15.2	11.2	1.36	4.0
		鸟嘴壶夜蛾	18.2	14.0	1.30	4.2
		平　均	18.3	13.7	1.34	4.6
兼食性类型		桥夜蛾	13.4	11.2	1.20	2.2
		超桥夜蛾	15.6	14.0	1.11	1.6
		小造桥虫	11.2	9.6	1.17	1.6
		巾夜蛾	15.6	14.4	1.08	1.2
		宽巾夜蛾	17.6	16.0	1.10	1.6
		平　均	14.68	13.04	1.13	1.64
间接取食类型	巾夜蛾属	石榴巾夜蛾	12.8	12.0	1.07	0.8
		暗巾夜蛾	10.0	9.6	1.04	0.4
		紫巾夜蛾	11.2	10.4	1.08	0.8
		月牙巾夜蛾	11.2	10.4	1.08	0.8
		霉巾夜蛾	14.4	13.2	1.09	1.2
		玫瑰巾夜蛾	11.2	10.0	1.12	1.2
		平　均	11.8	10.9	1.08	0.87
	安纽夜蛾属	直安纽夜蛾	15.2	13.6	1.12	1.6
		青安纽夜蛾	22.0	19.2	1.15	2.8
		褐安纽夜蛾	18.0	16.0	1.13	2.0
		安纽夜蛾	17.6	16.0	1.10	1.6
		桔安纽夜蛾	23.2	22.0	1.05	1.2
		平　均	19.2	17.36	1.11	1.84
	其他夜蛾	弧载夜蛾	12.8	12.2	1.05	0.6
		荔枝佩夜蛾	10.8	10.0	1.08	0.8
		斜带三角中夜蛾	9.2	8.0	1.15	1.2
		豆毛胫夜蛾	13.2	12.0	1.1	1.2
		旋目夜蛾	14.4	12.8	1.13	1.6
		变色夜蛾	13.6	12.0	1.13	1.6
		玉钳魔目夜蛾	14.4	12.8	1.13	1.6
		肖毛翅夜蛾	20.8	17.6	1.18	3.2
		木夜蛾	14.0	12.0	1.17	2.0
		平　均	13.7	12.2	1.12	1.5

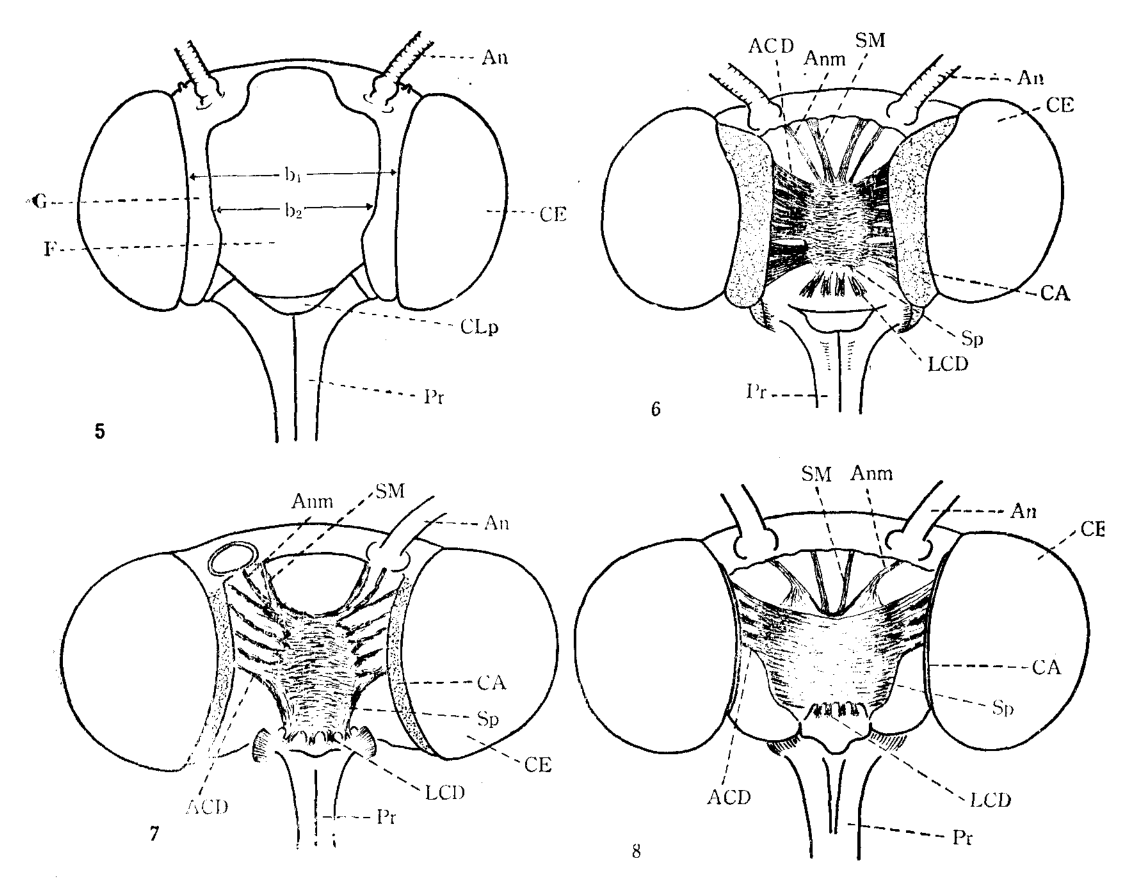


图 5—8 吸果夜蛾的食窦张肌和口道张肌

5.头部正面观 (b_1 = 两复眼的距离, b_2 = 额宽) 6.嘴壶夜蛾 *O. emarginata* 7.桥夜蛾 *A. mesogona* 8.豆毛胫夜蛾 *M. undata* ACD: 食窦前张肌 (anterior cibarial dilator); CA: 头部收肌 (cranial adductor); CE:复眼 (compound eye); CLp: 唇基 (clypeus); F: 额 (frons); G: 颊 (gena); LCD: 食窦侧张肌 (lateral cibarial dilator); SM: 口类张肌 (stomodecal dilator); Sp: 吸食窦 (sucking pump)。(其他说明见图 1—4)

b. 喙端部强大而锐利,具大型的侧生齿和圆锥形突起;腹面另具大型的顺向齿,在顺向齿上有与圆锥突起相连的稜状脊。整个口器似锯齿状。如枯叶夜蛾、艳叶夜蛾、落叶夜蛾、白斑落叶夜蛾等(图版 I: 7—8)。

(2) 兼食性类型 喙强角质化,末端锐利,两侧密生硬刺毛。如桥夜蛾、小造桥虫、巾夜蛾和宽巾夜蛾等(图版 II:9—10)。

(3) 间接取食类型 喙的端部圆钝或膜质状。角质化程度弱。两侧具软毛或小杆状突起,不适于刺穿较坚硬的果皮。如安纽夜蛾属 (*Anua*) 蚪目夜蛾、旋目夜蛾、石榴巾夜蛾、豆毛胫夜蛾、玉钳魔目夜蛾等(图版 II:11—14)。

三、结论与讨论

Srivastava 与 Bogawat (1969) 详细研究了吸果夜蛾 *Othreis materna* Linn. 的取食机

制，认为喙的伸展主要是由于喙内斜肌的作用。当着生于下颚盔节外壁的第一斜肌(primary oblique muscles)收缩时，使喙伸直而变为坚硬，其末端固定在一定的位置内。此外，由于着生于曲膝区 (region of the knee-bend) 的第二斜肌 (secondary oblique muscles) 的收缩，使喙与接触点形成一曲膝状，其后成虫头部向前下方向作强有力的挤压，使口器插入果内。

本文概括吸果夜蛾的不同取食习性，与头部内骨骼、肌肉和口器构造有如下的关系：

1. 嗜食健果类型 幕骨强大，幕骨前壁常为弯拱形。具有着生肌肉的较大面积。喙牵引肌、头部收肌和食窦张肌均发达。口器强角质化，端部具有适于穿刺果皮的附属物(如圆锥形突起，齿、棱状脊、倒刺等)，状如锯齿。茎节髁突十分发达，额区宽阔。

2. 兼食性类型 幕骨强大，头部肌肉发达程度常界于第一和第三类型之间。口器端部锐利，角质化较强，一般两侧具硬刺毛。茎节髁突明显或退化。

3. 间接取食类型 幕骨不发达，着生肌肉的面积较小，头部肌肉排列不紧密或较纤细。口器端部钝或呈膜质状，角质化程度较弱。茎节髁突退化。

我们在应用毒果防治吸果夜蛾的试验中，发现嗜食健果类型的夜蛾极少取食毒饵，因而防治效果很差；而毒饵能诱杀到较多的是兼食性和间接取食类型的夜蛾 (吴荣宗，1984)。因而夜蛾的取食习性是决定毒饵防治效果的关键。至于吸果夜蛾的取食机制，还有待进一步研究。

参 考 文 献

吴荣宗、杜佩璇、邹曾健 1984 柑桔吸果夜蛾的研究。I. 生物学特性及发生规律. 华南农学院学报 5(1): 39—50。
吴荣宗 1984 柑桔吸果夜蛾的研究。II. 防治方法的探讨。华南农学院学报 5(2): 26—35。
服部伊楚子 1961 果実吸蛾類の口吻について。植物防疫 15(9): 24。
Eastham, L. E. S., and Y. E. E. Eassa 1955 The feeding mechanism of the butterfly *Pieris brassicae* L., *Phil. Trans. Roy. Soc. B*, **239**: 1—43.
Pradhan, S. and N. S. Aren, 1941 Anatomy and musculature of the mouthparts of *Scirpophaga nivella* (Pyralidae), with a discussion on the coiling and uncoiling mechanisms of the proboscis in Lepidoptera. *Indian Jour. Ent.* **3**: 179—95.
Snodgrass, R. E. 1935 Principles of Insect Morphology. McGraw-Hill Co., New Yark, P. 309—10.
Srivastava, R. P., and J. K. Bogawat 1969 Feeding mechanism of a fruit-sucking moth *Othreis materna* (Lepidoptera: Noctuidae). *Jour. Nat. Hist.* **3**: 165—81.

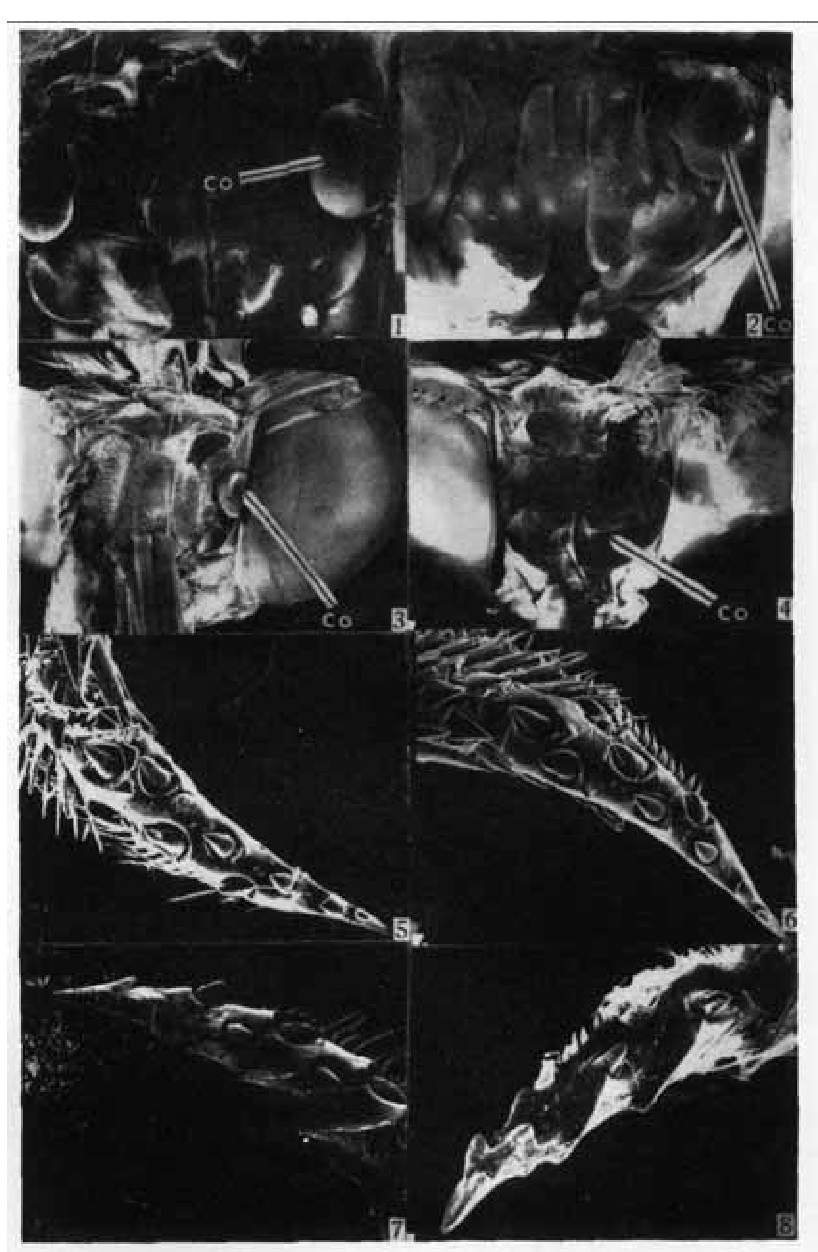
STUDIES ON THE CEPHALIC ENDOSKELETON, MUSCULATURE AND PROBOSCIS OF CITRUS FRUIT-PIERCING NOCTUID MOTHS IN RELATION TO THEIR FEEDING HABITS

WU JUNG-TSUNG CHOU TSENG-JIAN
(Department of Plant Protection, South China Agricultural College)

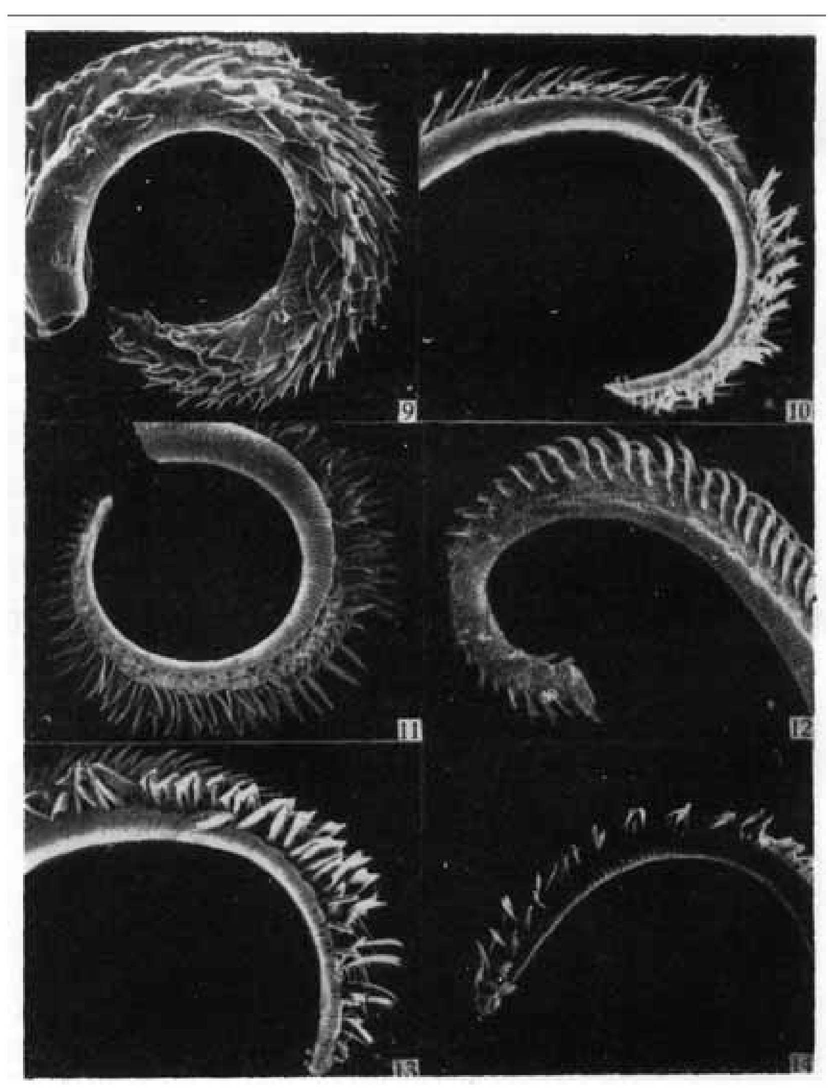
The fruit-piercing noctuid moths are important insect pests of citrus in China. According to their feeding habits, they may be divided into the following three groups: the first pierce directly the fruits and prefer intact fruits to the damaged ones, the second pierce both intact and damaged fruits, and the third feed only on the damaged fruits. The cephalic endoskelaton, musculature, and proboscis of the moths associated with different feeding habits are described and differences may be summarized as follows:

In the moths piercing directly intact fruits, the anterior tentorial arms are very strong and arched and thus provide larger area for the attachment of the muscles. The refractor of proboscis, cranial adductor and cibarial dilator are highly developed. The widths of gena and outer condyle of stripe are larger than those of the other groups. The proboscis is strong and possesses sharp and stout outgrowths on the outer side for piercing fruits. In the moths piercing both intact and damaged fruits, the anterior tentorial arms are strong. The cephalic muscles are usually better developed than those of the third group, but weaker than those of the first group. The proboscis is strong and provided with rigid spines and hairs. In the moths feeding on damaged fruits only, the anterior tentorial arms and cephalic muscles are poorly developed as compared with those of the other groups. The tip of proboscis is blunt or membraneous, unsuitable for piercing fruits with rigid pericarp. The outer condyle of stripe is rather unconspicuous.

Key words fruit-piercing noctuid moth—feeding habit—cephalic endoskelation—musculature—proboscis



1.嘴壶夜蛾 *Oraesia emarginata* 头部的髁突(下颚茎节向外突出的部分)(×47)。 2.艳叶夜蛾 *Maenas salaminia* 头部的髁突(×30)。 3.桥夜蛾 *Anomia mesogona* 头部的髁突(×30)。 4.豆毛胫夜蛾 *Mocis undata* 头部的退化髁突(×30)。Co: 茎节髁突 (Outer condyle of stripe). 5.嘴壶夜蛾 *O. emarginata* 的口器 (×133)。 6.彩肖金夜蛾 *Plusiodonta coelonota* 的口器 (×133)。 7.枯叶夜蛾 *Adris tyrannus* 的口器 (×67)。 8.落叶夜蛾 *Othreis fullonica* 的口器(×67)。



9.小造桥虫 *Anomia flava* 的口器(×133)。 10.巾夜蛾 *Parallelia gravata* 的口器(×67)。 11.褐安纽夜蛾 *Anua coronata* 的口器(×67)。 12.旋目夜蛾 *Speiredonia retorta* 的口器(×133)。 13.石榴巾夜蛾 *Parallelia stuposa* 的口器(×133)。 14.玉钳魔目夜蛾 *Erebus crepuscularis* 的口器(×100)。